

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-118917
 (43)Date of publication of application : 12.05.1998

(51)Int.Cl.

B24B 37/00
 H01L 21/304
 H01L 21/3205

(21)Application number : 08-276291

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 18.10.1996

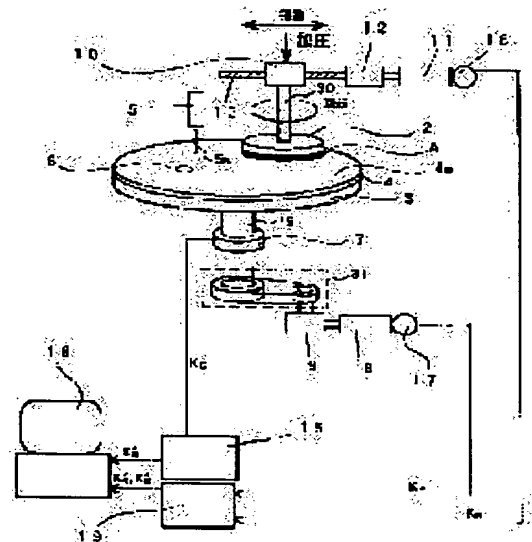
(72)Inventor : SATO HIDEKI
 OKAWA TETSUO
 KOJIMA HIROYUKI
 URUSHIBARA MARIKO

(54) POLISHING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To control a polishing pressure given to a work by a polishing tool during CMP(chemical mechanical polishing) processing.

SOLUTION: A pressure sensor 6 arranged on a polishing surface plate 3 in-process measures a pressure impressed by the contact with the surface of work A. In CNC device 16, a coordinate data showing the position on the surface of the work A contacted by the pressure sensor 6 is calculated from the output of an encoder. A polish pressure distribution corresponding to the coordinate data and the pressure detected by the pressure sensor 6 is calculated and the flow rate of a fluid passing plural fluid passages formed inside a chuck 2 according to the difference between this polish pressure distribution and a target polish pressure distribution is controlled. As the result, a pressure with the distribution by which the difference between the actual polish pressure distribution and the target polish pressure distribution is minified by the fluid injected from plural fluid passages respectively is given to the back surface of the work A.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-118917

(43)公開日 平成10年(1998) 5月12日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

B 2 4 B 37/00

B 2 4 B 37/00

B

H 0 1 L 21/304

3 2 1

H 0 1 L 21/304

3 2 1 E

21/3205

21/88

K

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平8-276291

(22)出願日 平成 8 年(1996)10月18日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(72)発明者 佐藤 秀己

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 大川 哲男

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 小島 弘之

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(74)代理人 弁理士 富田 和子

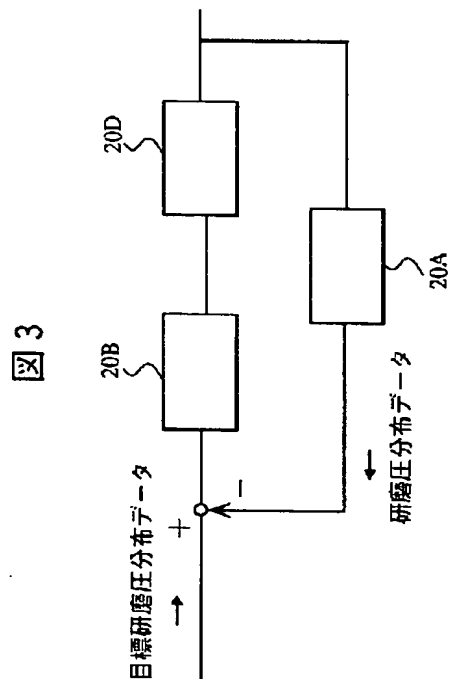
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 研磨装置

(57)【要約】

【課題】CMP加工中に研磨工具が加工物に与える研磨圧を制御する。

【解決手段】研磨定盤3に配置された圧力センサ6は、加工物Aの表面との接触により印加される圧力をインプロセス計測する。CNC装置16は、エンコーダの出力から、圧力センサ6が接触した加工物Aの表面上の位置を表す座標データを算出する。そして、その座標データと、圧力センサ6が検出した圧力とを対応付けた研磨圧分布を算出し、この研磨圧分布と目標研磨圧分布との差分に応じて、チャック2内部に形成された複数の流体路を通過する流体の流量を制御する。その結果、複数の流体路からそれぞれ噴射される流体により、実際の研磨圧分布と目標研磨圧分布との差分を小さくするような分布の圧力が加工物Aの裏面に与えられる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】加工物と研磨工具とを相対的に運動させて前記加工物の表面を研磨する研磨装置であって、与えられた押圧力分布データに従って分布する押圧力で前記加工物を前記研磨工具に押し当てる加圧機構と、前記研磨工具が前記加工物に与えている研磨圧の分布をインプロセス計測する計測手段と、

予め定めた目標研磨圧分布と前記研磨圧分布測定手段が測定した前記研磨圧の分布との差分に応じて定めた押圧力分布データを、前記加圧機構に与える制御手段とを備えることを特徴とする研磨装置。

【請求項2】加工物と研磨工具を相対的に運動させて前記研磨工具の作業面で前記加工物の表面を研磨する研磨装置であって、

前記加工物の表面の裏側の面上の互いに異なる領域に向けて、それぞれ流体を噴射する複数の流体供給管と、前記研磨工具の作業面上に配置された圧力センサと、前記加工物と研磨工具との相対的な運動に伴って前記圧力センサが接触した前記加工物の表面上の位置を検出する位置センサと、

前記位置センサが検出した前記加工物の表面上の位置と、当該位置において前記加工物の表面と接触した圧力センサが検出した圧力とを対応付けて、前記加工物の表面内における圧力分布を算出する圧力分布算出手段と、前記複数の流体供給管から噴射される流体により前記加工物の裏面の各分割領域に前記圧分布算出手段が算出した圧力分布と前記研磨圧の目標分布との差分を小さくする圧力が与えられるように、前記各流体供給管から噴射される流体の流量をそれぞれ制御する流量制御手段とを備えることを特徴とする研磨装置。

【請求項3】請求項1または2記載の研磨装置であって、前記研磨圧の目標分布は前記加工物の目標形状に応じて定まることを特徴とする研磨装置。

【請求項4】請求項1、2または3記載の研磨装置であって、前記研磨工具の作業面の表面形状をインプロセス計測する第一センサと、前記第一センサが測定した前記研磨工具の作業面の表面形状に基づいて前記研磨工具の状態を検出する研磨性能検出手段と、前記研磨性能検出手段が前記研磨工具の劣化を検出した場合に前記研磨工具の表面形状を修正する砥石修正装置とを備えたことを特徴とする研磨装置。

【請求項5】請求項1、2、3または4記載の研磨装置であって、前記加工物の表面形状をインプロセス計測する第二センサと、前記第二センサが測定した前記加工物の表面形状と前記加工物の目標形状との差分に基づいて、前記加工物の表

面の研磨加工の終了タイミングを判定するタイミング判定手段を備えることを特徴とする研磨装置。

【請求項6】表面に薄膜が形成された多層配線板を前記加工物とする請求項5記載の研磨装置であって、研磨加工中に前記薄膜の膜厚をインプロセス計測する膜厚計を備え、前記終了タイミング判定手段は、更に、前記膜厚計が測定した前記薄膜の膜厚と前記薄膜の目標膜厚との差分に基づいて前記前記加工物の表面の研磨加工の終了タイミングを判定することを特徴とする研磨装置。

【請求項7】加工物と研磨工具を相対的に運動させて前記研磨工具の作業面で前記加工物の表面を研磨する研磨加工方法であって、

前記研磨工具の作業面上に圧力センサを配置し、前記加工物と前記研磨工具との相対的な運動に伴って前記圧力センサと接触した前記加工物の表面上の位置を検出する位置センサを準備し、

前記位置センサが検出した位置と、当該位置において前記加工物の表面と接触した圧力センサが検出した圧力とを対応付けて、前記加工物の表面内における圧力分布を算出する算出ステップと、

前記加工物の裏面上の互いに異なる分割領域に向けて、前記算出ステップで算出した圧力分布と前記研磨工具が前記加工物に与えるべき研磨圧の目標分布との差分に応じて定めた流量の流体の噴射を開始する噴射ステップとを繰り返すことを特徴とする研磨加工方法。

【請求項8】請求項7記載の研磨加工方法であって、研磨加工中に、

前記研磨工具の作業面の表面形状を測定する測定ステップと、

前記測定ステップで測定した前記研磨工具の作業面の表面形状に基づいて前記研磨工具の状態を判定する判定ステップとを繰返し、

前記判定ステップで前記研磨工具の状態が劣化したことを判定した場合に、前記研磨工具の表面形状を修正する修正ステップを実行することを特徴とする研磨加工方法。

【請求項9】請求項7または8記載の研磨加工方法であって、

研磨加工中に前記加工物の表面形状を測定し、当該測定した表面形状と前記加工物の目標形状との差分に基づいて前記加工物の表面の研磨加工の終了タイミングを判定することを特徴とする研磨加工方法。

【請求項10】表面に薄膜が形成された多層配線板を前記加工物とする請求項7、8または9記載の研磨加工方法であって、

研磨加工中に前記薄膜の膜厚を測定し、当該測定した膜厚と前記薄膜の目標膜厚との差分に基づいて前記加工物の表面の研磨加工の終了タイミングを判定することを特徴とする研磨加工方法。

【請求項11】請求項7、8、9または10記載の研磨加工方法であって、
前記研磨圧の目標分布は前記加工物の目標形状に応じて定まることを特徴とする研磨加工方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、多層配線の層間絶縁膜及び金属膜の平坦化技術に関する。

【0002】

【従来の技術】多層配線技術における主要課題とされる層間絶縁膜(SiO₂)の平坦化技術の改善を実現する手法として、電子のサイクロトロン共鳴により発生するプラズマを利用するECRプラズマCVD法や、有機オキシラン(TEOS)の熱分解を利用する熱分解法等が開発されている。ところが、こうした技術の導入のみによっては、高アスペクト比の配線の段差部において層間絶縁膜上に発生する凹凸を完全に抑制することが困難である。そこで、一般の多層配線プロセスにおいては、通常、層間絶縁膜と固相反応性に富んだ砥粒を用いて層間絶縁膜の表面を研磨するCMP(Chemical Mechanical Polishing)と上記技術とを

組み合わせた平坦化プロセスを採用することにより、層間絶縁膜の表面上の凹凸を除去して、コンタクトホール形成プロセスにおけるコンタクトホールの形成不良や、露光プロセスにおけるパターン欠損等の発生を回避している。

【0003】この平坦化プロセスは、具体的は、図9(A)に示した配線形成プロセスを経てA1配線層91が形成されたウエハ90にECRプラズマCVD法等により層間絶縁膜92を堆積するプロセス(図9(B)に示したプロセス)と、CMP加工によって層間絶縁膜92の表面を鏡面仕上げするプロセス(図9(C)に示したプロセス)とを組み合わせた複合プロセスである。この平坦化プロセスを経ることにより、後工程であるコンタクトホール形成プロセス(図9(D)に示したプロセス)には、良好な層間絶縁膜が形成されたウエハ90が供給されるため、常に、良好なコンタクトホールを形成することができるようになった。そのため、現在では、コンタクトホールの形成と同一プロセスで、コンタクトスタッド93とA1配線層94を形成することが可能となっている。

【0004】また、上記層間絶縁膜の平坦化技術の改善と同様に多層配線技術における主要課題とされる金属配線の平坦化技術の改善を実現する手法として、コンタクトホールだけに選択的にタングステン膜を埋め込む選択CVD法が開発されている。ところが、選択CVD法によりコンタクトホールに埋め込んだタングステン膜は、表面の凹凸が激しいため、これを何らかの方法により多層配線に適した良好な状態に仕上げる必要があった。また、併せて、層間絶縁膜上の微小な欠陥を核として成長した不要なタングステン膜を除去する必要もあった。そ

こで、金属配線の平坦化プロセスへのCMPの導入も検討されている。

【0005】尚、ウエハ表面の平坦化プロセスへのCMPの導入に関する技術としては、研磨剤が塗布された研磨布(研磨定盤に貼付)とウエハの表面との摺動により、ウエハの表面を仕上げる研磨加工について開示した米国特許第4954142号が知られている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】さて、CMPにおける研磨量Vは、研磨圧p、研磨定盤に対する加工物の相対速度v、研磨時間tと、プレストンの関係式(1)により表される関係にあることが知られている。

【0007】 $V = k \cdot p \cdot v \cdot t \dots\dots (1)$

ここで、kは、比例定数である。

【0008】研磨量Vを直接にインプロセス計測することは不可能な現状にあっては、研磨量Vのバラツキを抑制するための必須要件は、プレストンの関係式(1)に含まれる3つの加工パラメータt、v、pを正確にコントロールすることとされている。

【0009】ところが、CMPにおける研磨加工においては、3つの加工パラメータt、v、pの内の1つの加工パラメータpの制御が非常に困難であった。従って、研磨量Vのバラツキを完全に抑制することができなかった。

【0010】また、研磨量Vを直接にインプロセス計測することが不可能である以上、プレストンの関係式(1)に基づいて研磨加工の終了タイミングを判断せざるを得ない。ところが、上述したように、1つの加工パラメータpの制御が困難であったことから、プレストンの関係式(1)に基づいて研磨加工の終了タイミングを正確に判断することは非常に困難であった。従って、大量の多層配線の層間絶縁膜の全てを、良好に、且つ、要求された膜厚に仕上げることは非常に困難であった。

【0011】そこで、本発明は、研磨加工中に研磨工具が加工物に与える研磨圧を制御可能とすることを第一の目的とする。また、研磨加工中に、加工終了タイミングを的確に検出することを第二の目的とする。

【0012】ところで、ドレス主導形の研磨加工においては、ドレス条件の最適点を把握することができれば、研磨工具に優れた研磨性能を発揮させつつ、且つ、より経済的な研磨加工を行うことができることが一般に知られている。従って、ドレス主導形の研磨加工においては、ドレス条件の最適点の把握が重要な課題とされている。

【0013】そこで、本発明は、研磨加工中に、ドレス条件の最適点の把握を可能とすることを第三の目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、加工物と研磨工具を相対的に運動させて

10

20

30

40

50

前記加工物の表面を研磨する研磨装置であって、与えられた押圧力分布データに従って分布する押圧力で前記加工物を前記研磨工具に押し当てる加圧機構と、前記研磨工具が前記加工物に与えている研磨圧の分布を測定する研磨圧分布測定手段と、予め定めた目標研磨圧分布と前記研磨圧分布測定手段が測定した前記研磨圧の分布との差分に応じて定めた押圧力分布データを、前記加圧機構に与える制御手段とを備えることを特徴とする研磨装置を提供する。

【0015】本研磨加工方法及び研磨装置によれば、研磨加工中に研磨工具が加工物に与える研磨圧 p を直接にインプロセス計測し、これを定値制御することができる。従って、この研磨圧 p とプレストンの関係式(1)の関係式により表される関係を有する研磨量 V の変動を抑制することができる。

【0016】また、こうした研磨装置に、前記加工物の表面形状をインプロセス計測する第二センサと、前記第二センサが測定した前記加工物の表面形状と前記加工物の目標形状との差分に基づいて前記加工物の表面の研磨加工の終了タイミングを判定するタイミング判定手段とを付加すれば、研磨加工中の加工物の表面形状の推移に基づいて研磨加工の終了タイミングを検出することができる。従って、加工物の表面に、良好な仕上げ面を創成することができるために必要且つ十分な研磨加工を施すことができる。

【0017】また、この研磨装置を用いて、表面に薄膜が形成された加工物を研磨加工する場合には、更に、前記薄膜の膜厚をインプロセス計測する膜厚計を付加し、前記終了タイミング判定手段が、前記膜厚計が測定した前記薄膜の膜厚と前記薄膜の目標膜厚との差分に基づいて前記加工物の表面の研磨加工の終了タイミングを判定するようにすれば、要求された膜厚の薄膜を得るために必要且つ十分な研磨加工を施すことができる。

【0018】また、こうした研磨装置に、前記研磨工具の作業面の表面形状をインプロセス計測する第一センサと、前記第一センサが測定した前記研磨工具の作業面の表面形状に基づいて前記研磨工具の状態を検出する研磨性能検出手段と、前記研磨性能検出手段が前記研磨工具の劣化を検出した場合に前記研磨工具の表面形状を修正する砥石修正装置とを付加すれば、研磨工具に対して、研磨工具の研磨性能の劣化の程度に応じた適切なタイミングでドレッシングを施すことができる。従って、研磨工具の優れた研磨性能を維持しつつ、研磨加工の経済性を向上させることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、添付の図面を参照しながら、本発明に係る実施の一形態について説明する。

【0020】本実施の形態に係る研磨加工装置は、CNC装置の制御に従って、研磨パッドの作業面上への研磨液の供給と、研磨パッドに対する加工物の押圧と、研磨

パッドの作業面と加工物の表面との摺動運動を実行し、加工物Aの表面の微細な凹凸を機械的研磨作用と化学的研磨作用との相乗効果によって除去し、最終的に、加工物Aの表面を鏡面仕上げする装置である。

【0021】以下、こうしたCMP加工機能を実現するための装置構成について説明する。

【0022】本研磨装置は、図1に示すように、研磨パッド4を貼付した研磨定盤3と、研磨定盤3が取り付けられた定盤軸19を回転させる定盤回転機構と、加工物Aを吸着するチャック2が取り付けられた主軸30を回転させる主軸回転機構と、主軸30を収納した研磨ヘッドをX軸方向に移動させる送り機構と、主軸ヘッド10から主軸30を出し入れする切り込み機構と、任意の押圧力分布の押圧力で加工物Aを研磨パッド4に押圧する加圧機構と、研磨パッド4の作業面4a上に研磨液5aを供給する研磨液供給機構と、各機構を制御するCNC装置16とを備える。但し、研磨液5aには、加工物Aと固相反応性に富んだ砥粒を混入したスラリーを使用する必要がある。例えば、Siウエハを研磨する場合には、アルカリ溶液に粒径約37nmのSiO₂砥粒を約20%程度混入させたスラリーを使用することが望ましい。また、研磨パッド4には、耐摩耗性と耐有機溶剤性に優れた合成樹脂で形成された研磨パッドを使用する必要がある。例えば、Siウエハを研磨する場合には、発砲ポリウレタン系の合成樹脂で形成された研磨パッドを使用することが望ましい。

【0023】研磨液供給機構は、専用モータでポンプを駆動することにより、本研磨装置のベース内に設けられたタンク(不図示)に充填されている研磨液5aを研磨液供給管5から放出する仕組になっている。そして、研磨パッド4の作業面上に研磨液5aが絶えず適量づつ供給されるように、研磨液供給管5には、研磨液5aの流量を調節するバルブが取り付けられている。

【0024】また、定盤回転機構は、サーボモータ8の出力を、減速機9とベルト伝達装置31とを介して、定盤軸19に伝達する仕組になっている。そして、定盤軸19の回転速度の変動が抑制されるように、サーボモータ8は、速度コントローラ(不図示)によって速度制御されている。

【0025】また、主軸回転機構は、サーボモータ(不図示)の出力を、減速機を介して、主軸30に形成されたスプラインに伝達することにより、主軸30を回転させる仕組になっている。そして、主軸30の回転速度の変動が抑制されるように、サーボモータは、速度コントローラ(不図示)によって速度制御されている。

【0026】また、送り機構は、サーボモータ11の出力を、減速機12を介して、研磨ヘッド送り用ボールネジ13に形成されたスプラインに伝達することにより、研磨ヘッド10をX軸方向に移動させる仕組となっている。

【0027】また、切り込み機構は、サーボモータ(不図示)の出力を、減速機(不図示)を介して、主軸出入調節用のクイルに伝達することにより、主軸ヘッド10から主軸30を出し入れする仕組となっている。

【0028】また、加圧機構は、図2に示すように、コンプレッサから供給される流体20(例えば、空気等の気体、水等の液体)を、複数の流体路が形成された流体供給管22によってロータリージョイント23へと導き、チャック2に開けられた貫通穴 $2a_1, \dots, 2a_n$ (図4において、チャック2の表面に放射状に配列された貫通穴 $2a_1, \dots, 2a_n$)から加工物Aの裏面に向けて噴射させることによって、加工物Aを研磨パッド4に押し当てる仕組になっている。そして、流体供給管22には、各流体路を通過する流体 $20P_1, \dots, 20P_n$ の流量を調節するバルブ21が取り付けられている。但し、本実施の形態では、チャック2の同心領域に開けられた貫通穴からは、等流量の流体を噴射させるようになっている。また、各貫通穴 $2a_1, \dots, 2a_n$ から噴射された流体 $20P_1', \dots, 20P_n'$ が干渉し合わないよう、各貫通穴 $2a_1, \dots, 2a_n$ の近傍には、それぞれ、加工物Aの裏面に衝突して逆流してくる流体を逃す流体排気孔 $2b_1, \dots, 2b_n$ が形成されている。そして、本実施の形態では、チャック2の貫通穴 $2a_1, \dots, 2a_n$ からの流体の噴射によって加工物Aがチャック2から外れることを防止するため、チャック2の支持体25に吸着された加工物Aを外周から押える加工物押え24を設けてある。

【0029】尚、本実施の形態では、主軸回転機構と送り機構と切り込み機構と加圧機構とにより構成された加工物用駆動装置を1台として、1個の加工物Aを研磨する装置構成としているが、これを複数設けることによって、複数の加工物Aを同時に研磨する装置構成としても構わない。但し、その際には、CMP加工中に、複数の加工物が研磨パッド上で衝突しないように各加工物用駆動装置の配置を定める必要がある。

【0030】さて、本研磨加工装置は、CMP加工中に、研磨パッドから加工物Aに与えられる研磨圧を制御する機能を有する。以下、これを実現するための研磨圧制御系の構成について説明する。

【0031】本研磨装置の研磨圧制御系は、図3に示すように、加工物Aの表面内における研磨圧分布をインプロセス計測する検出部20Aと、検出部20Aで検出された研磨圧分布と、予め定めた目標研磨圧分布との差分に基づいて制御対象20Dである加圧機構を定値制御する制御部20Bとから構成されている。

【0032】検出部20Aは、具体的には、図2に示すように、研磨定盤3上の1箇所以上に配置された1台以上の圧力センサ6と、スリップリング7を介して入力される圧力センサ6の出力データ K_s をデジタル変換するAD変換器15とを備え、制御部20Bに相当するCN

C装置16に、加工物Aの表面に接触した圧力センサ6が出力した圧力データ K_s' をリアルタイムに入力する。また、図1に示すように、定盤回転機構のサーボモータ8の出力軸に取付けられたロータリエンコーダ17と、送り機構のサーボモータ11の出力軸に取付けられたロータリエンコーダ18と、ロータリエンコーダ17の出力パルス K_r とロータリエンコーダ18の出力パルス K_s とを計数するパルスカウンタ19とを備え、制御部20Bに相当するCNC装置16に、定盤回転機構のサーボモータ8の出力軸の回転角データ K_r' と送り機構のサーボモータ11の出力軸の回転角データ K_s' とをリアルタイムに入力する。

【0033】そして、CNC装置16は、まず、2つの回転角データ K_r' 、 K_s' を用いて加工物Aに対する圧力センサ6の位置を表す座標データを算出する。その後、図5に示すように、この座標データと圧力データ K_s' とを対応付けて、加工物Aの表面内における研磨圧分布を算出する。尚、実用に際して必要であれば、ここで算出した研磨圧分布を表示装置(不図示)に3次元表示するようにしても構わない。そして、加工物Aの目標表面形状に応じて予め定めた目標研磨圧分布と上記算出した研磨圧分布との差分を算出し、この差分に基づいて加圧機構の流体供給管22の各流体路を通過させるべき流体の流量を算出し、流体供給管22のバルブ21の開度を制御する。

【0034】その結果、チャック2に開けられた貫通穴 $2a_1, \dots, 2a_n$ (図4参照)から加工物Aの裏面に向けて噴射される流体 $20P_1, \dots, 20P_n$ によって、加工物Aの裏面には、実際の研磨圧分布と目標研磨圧分布との差分を小さくする分布の力が与えられる。例えば、ウエハを研磨する場合には、目標研磨圧分布を均一とする必要がある。従って、実際の研磨圧が図5に示したような分布を示していれば、チャック2の中央領域に近づくに従って徐々に貫通孔 $2a_1, \dots, 2a_n$ から多くの流体を噴射し、ウエハの裏面の外周領域に近づくに従って徐々に大きな力を加える。その結果、加工物Aの表面には、研磨パッド4から均一な研磨圧が与えられることになる。

【0035】このように、CMP加工中にインプロセス計測した研磨圧分布をフィードバックして目標研磨圧分布と比較する研磨圧制御系により、従来非常に困難とされていた研磨圧の制御を実現することができる。従って、本研磨装置によれば、従来技術の欄で説明したプレストンの関係式(1)に含まれる3つの加工パラメータ t 、 v 、 p を全て制御することが可能であるため、研磨量 V のバラツキを完全に抑制することが可能である。

【0036】尚、本実施の形態では、研磨パッド4の径と比較して加工物Aの径が微小であることから(即ち、研磨パッド4の回転速度と比較して加工物Aの回転速度は極小であることから)、加工物Aに対する圧力センサ

6の位置を表す座標データの算出に際して加工物Aの回転の影響を無視しているが、主軸回転機構のサーボモータの出力軸にエンコーダを更に取り付けて、当該サーボモータの出力軸の回転角をインプロセス計測して、その値をも加味して、加工物Aに対する圧力センサ6の位置を表す座標データを算出するようにしても構わない。

【0037】次に、多層配線の層間絶縁膜の平坦化プロセスに本研磨装置を実際に導入し、本研磨装置の性能を評価する。尚、研磨加工条件は、ここでは、定盤回転数を約20rpm、主軸回転数を約20rpm、X方向への加工物移動速度を約2~5mm/minとした。

【0038】まず、配線形成プロセスを経て第一A1配線層が形成された6インチウェハに、ECRプラズマCVD法等により膜厚1.5μmの層間絶縁膜を堆積する。その後、本研磨装置を用いて、層間絶縁膜の表面を鏡面仕上げする。尚、層間絶縁膜の目標膜厚は0.5μmである。

【0039】この時点で、光干渉式膜厚計により層間絶縁膜の膜厚を測定した結果、膜厚バラツキが0.02μm以下に抑制されていることが確認された。この値は、幅0.25μmの超微細配線の層間絶縁膜に通常要求される条件(膜厚バラツキ0.1μm以下)をも難なく満たすことができる値である。また、接触式表面粗さ計と原子間力顕微鏡とにより層間絶縁膜の表面粗さを測定した結果、層間絶縁膜の表面粗さR_{ms}が0.3nm以下に抑制されていることが確認された。更に、触針式段差測定計と原子間力顕微鏡とにより、段差部における層間絶縁膜の凹凸の高さを測定した結果、当初高さ1μmであった凹凸が高さ0.1μm以下にまで平坦化されていることが確認された。何れも、幅0.25μmの超微細配線の層間絶縁膜に通常要求される条件を難なく満たすことができる値である。

【0040】そして、コンタクトホール形成プロセスにおいて、このように良好な状態に仕上がった層間絶縁膜にコンタクトホールを形成する。更に、選択CVD法等によってタングステンをコンタクトホールに充填させてコンタクトスタッドを形成した後、スパッタ法等により幅0.25μmの第二A1配線を形成する。

【0041】この時点で、コンタクトビア抵抗と配線抵抗とを測定した結果、従来、この時点で発見されることがあったコンタクト抵抗不良と配線不良が全く発見されなかったことから、本研磨装置を導入したことによりコンタクトホールの形成不良のが皆無となったことが容易に推測される。

【0042】尚、ウェハの表面の平坦化プロセスへの適用は、装置性能を評価するために示した一例に過ぎない。従って、高い形状精度を要求される他の部品(例えば、光学素子等)の研磨工程に本研磨加工装置を導入しても、これと同様な有益な効果が達成されることは言うまでもない。

【0043】ところで、以上説明したのは本研磨装置の基本構成であり、必要に応じて、新たな機能を付加しても構わない。

【0044】例えば、図6に示すように、研磨定盤3と研磨パッド4とに測定用貫通穴35を開け、CMP加工中のウェハAの表面に形成されている層間絶縁膜の表面形状をインプロセス計測するレーザ干渉式センサ35を取付ければ、CMP加工中の層間絶縁膜の膜厚の変化と表面形状の変化とに基づいて加工終了タイミングを検出することが可能となる。具体的には、干渉式センサ35から出力される層間絶縁膜の膜厚データK₁と表面形状データK₂が基準範囲に収まった場合に、CNC装置16が、現在研磨中のウェハAの加工が終了したことを判定するようにすればよい。尚、ここで使用したレーザ干渉式センサ35は、測定用貫通穴36から、ウェハAの表面に向けてレーザ光cを照射するレーザ装置35aと、ウェハAの表面で反射したレーザ光cと層間絶縁膜の表面で反射したレーザ光cとの干渉縞のパターンの強弱から層間絶縁膜の膜厚データK₁と層間絶縁膜の表面形状データK₂とを算出してCNC装置16に入力する演算処理装置35bとから構成されたものである。

【0045】また、更に、図7に示すように、研磨パッド4の作業面の形状をインプロセス計測する光学式変位計37を取付ければ、CMP加工中の研磨パッド4の作業面の形状変化に基づいて最適ドレス点を検出することが可能となる。具体的には、CNC装置16が、光学式変位計37から出力される形状データから研磨パッド4の摩耗量を算出し、この摩耗量が基準値を超えた場合に、研磨パッド4の研磨性能が劣化したことを判定するようにすればよい。そして、このタイミングで、別途設けたダイヤモンドドレスサ39を駆動して、図8に示すように、研磨パッド4に対するドレッシングを開始し、光学式変位計37から出力される形状データに基づき研磨パッド4の研磨性能の回復を判定した時点で、ダイヤモンドドレスサ39を退避させ、研磨パッド4に対するドレッシングを終了するようにすれば、必要最小限のドレス費用で研磨パッド4の優れた研磨性能を維持することが可能となる。

【0046】尚、ここで使用した光学式変位計37は、研磨パッド4の作業面にレーザ光cを照射するレーザ装置37aと、レーザ光cの焦点と研磨パッド4の作業面とのズレ量を算出してCNC装置16に入力する演算処理装置37bとから構成されたものである。但し、必ずしも光学式変位計37を使用する必要はなく、例えば、スタイラス式センサ等の他の方式の変位計を使用しても構わない。そして、このようなことは以上の説明中に挙げた構成要素の全てに関しても言えることであり、機能を同じくするものであれば、それを用いても一向に構わない。

【0047】

【発明の効果】本発明に係る研磨装置によれば、CMP加工中に研磨工具が加工物に与える研磨圧を制御することができる。また、CMP加工における加工終了タイミングを的確に検出することができる。更に、CMP加工におけるドレス条件の最適点を把握することができる。

【0048】こうした研磨装置を多層配線の層間絶縁膜や金属膜の平坦化プロセスに導入すれば、膜厚の均一性と膜表面の平坦度を一層向上させることができる。従って、コンタクトホール形成プロセスにおける形成不良の発生率と、露光プロセスにおけるパターン欠損の発生率とが激減するため、最終製品であるLSIの信頼性を飛躍的に向上させることができる。尚、従来、このような効果を挙げるためには、コンタクトホール形成プロセス等に先立って、オーバーエッチングを防止するストッパ層を形成する必要があったが、本研磨装置の平坦化プロセスへの導入により、このストッパ層形成プロセスが不要になるという経済的な効果を達成することができる。

【0049】尚、この場合にも、多層配線の層間絶縁膜や金属膜の平坦化プロセスへのCMP加工の導入により得られる通常の効果、例えば、(1)ステッパの延命、(2)配線不良発生率の低減、(3)層間絶縁膜の材料選択性の拡大、(4)配線形成プロセスにおける開発性の向上等の効果を得ることができることは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る研磨装置の基本構成を説明するための図である。

【図2】本発明の実施の形態に係る研磨装置の基本構成を説明するための図である。

【図3】本発明の実施の形態に係る研磨制御系のブロック図である。

【図4】図1の研磨装置の加圧機構の構成を説明するための図である。

【図5】加工物の表面内における研磨圧分布を示した図である。

【図6】本発明の実施の形態に係る研磨装置の構成を説*

* 明するための図である。

【図7】本発明の実施の形態に係る研磨装置の構成図である。

【図8】本発明の実施の形態に係る研磨装置の構成を説明するための図である。

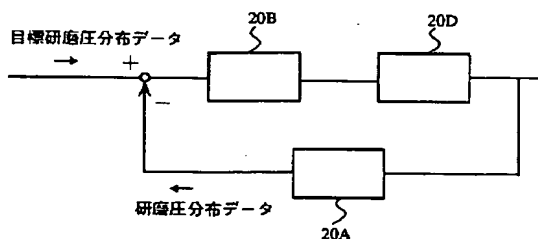
【図9】半導体製造プロセスを示した図である。

【符号の説明】

- 2…チャック
- 3…研磨定盤
- 4…研磨パッド
- 5…研磨液供給管
- 5a…研磨液
- 6…圧力センサ
- 8…サーボモータ
- 7…スリップリング
- 9…減速機
- 10…主軸ヘッド
- 11…サーボモータ
- 12…減速機
- 13…研磨ヘッド送り用ボールネジ
- 15…AD変換器
- 16…CNC装置
- 17…ロータリエンコーダ
- 18…ロータリエンコーダ
- 19…定盤軸
- 20…流体
- 21…バルブ
- 22…流体供給管
- 23…ロータリージョイント
- 24…加工物押え
- 25…支持体
- 30…主軸
- 31…ベルト伝達装置
- 39…ダイヤモンドドレスサ

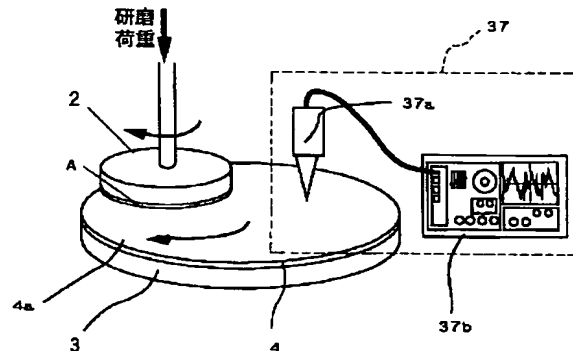
【図3】

図3

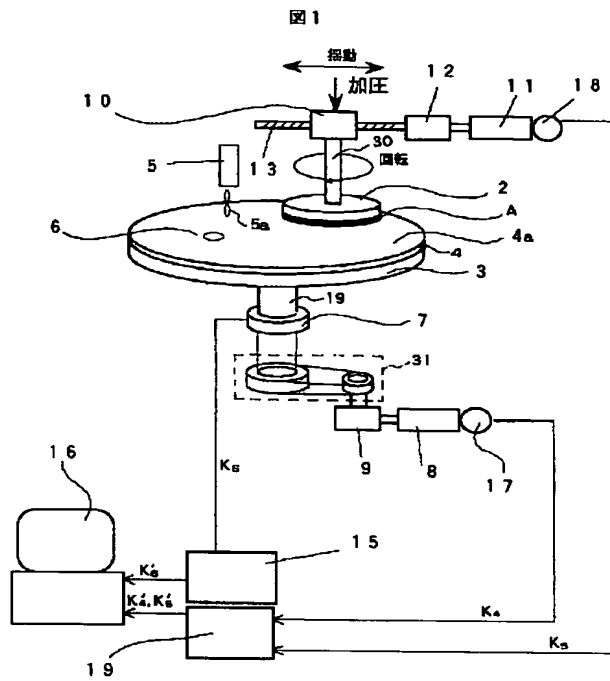


【図7】

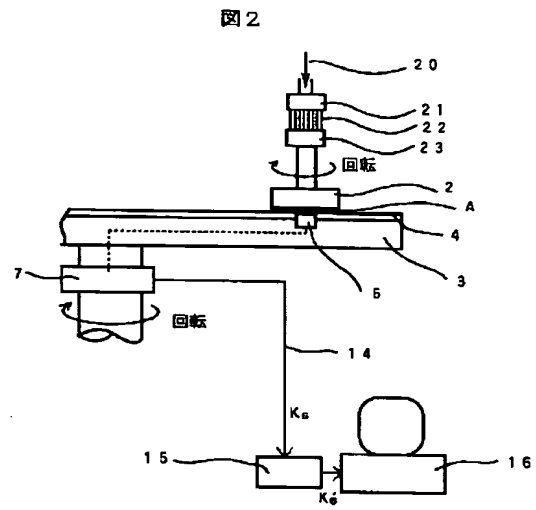
図7



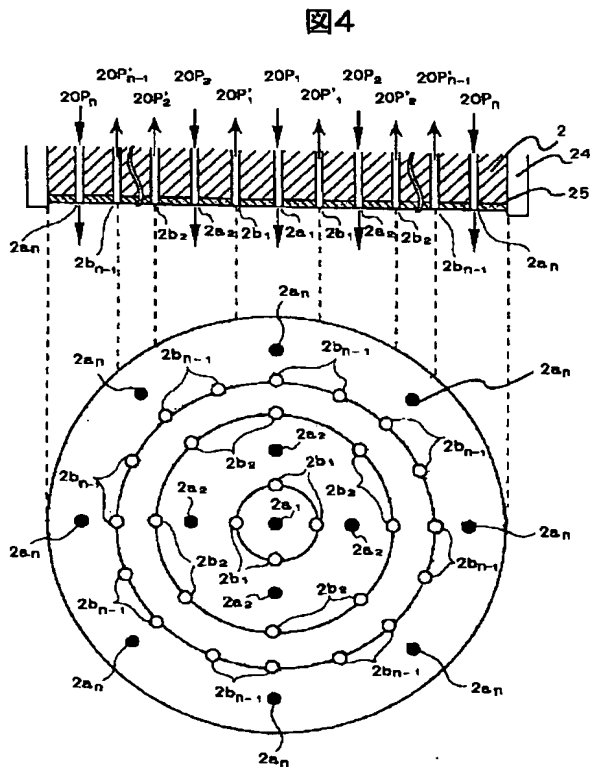
【図1】



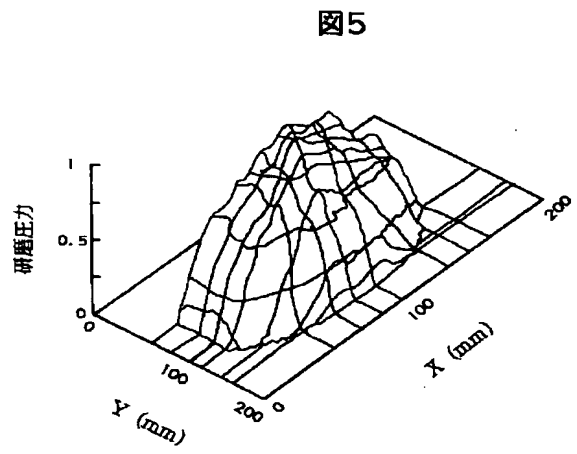
【図2】



【図4】

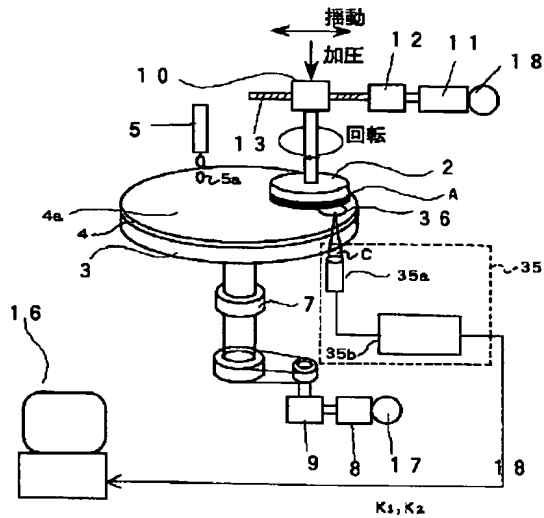


【図5】



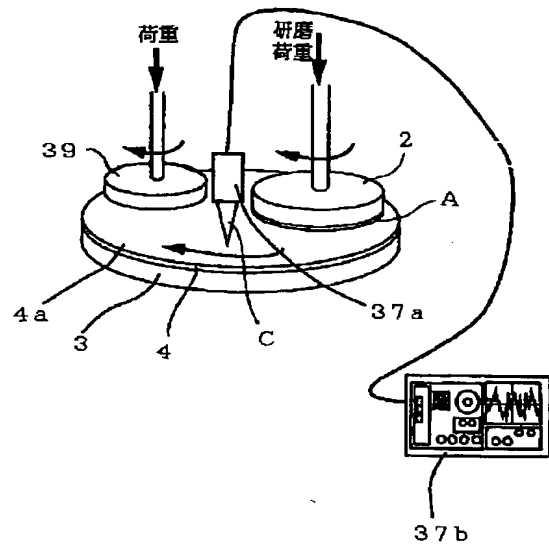
【図6】

図6



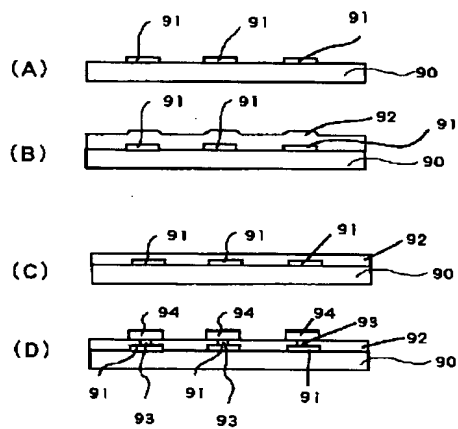
【図8】

図8



【図9】

図9



フロントページの続き

(72)発明者 漆原 真理子

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内

BEST AVAILABLE COPY